

사각특징 및 분산특징을 추가한 비올라존스 물체 검출 알고리즘

홍영민*, 이인성**, 박종순**, 조용성**, 김창범**
한국수자원공사*

Viola-Jones Object Detection Method to Add a rectangular feature and a variance feature

Young-Min Hong*, In-Sung Lee**, Jong-Soon Park**, Yong-Sung Jo**, Chang-Bum Kim**
Korean Water Resources Corporation*

Abstract - 영상 혹은 이미지 내에서 특정 물체를 검출하기 위한 일반적인 방법으로 비올라 존스(Viola-Jones) 알고리즘을 많이 사용하고 있으나 이 방법은 배경의 픽셀이 거의 동일한 값일 때에는 매우 높은 검출률을 보이는 반면 다양한 배경과 물체가 복합적으로 이루어져 있는 이미지의 경우에는 물체 검출 시 오인식 할 가능성이 매우 높다. 이러한 단점들은 얼굴 인식 시스템을 개발함에 있어 매우 불리하게 적용될 수 있는데, 본 연구는 얼굴인식 출입통제 시스템을 개발하는 과정에서 발생하는 이러한 문제점을 보완하기 위하여 비올라 존스 알고리즘에서 이용되는 하 라이크 피취(Harr-like feature)에 새로운 형태의 사각 특징(Rectangular feature) 및 분산 특징(Variance feature) 추가하여 복잡한 배경에서도 물체 검출 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 제안한다.

- 아다부스트를 이용하여 수많은 약분류기 중 물체 검출에 강력하게 작용할 수 있는 강분류기를 만든
- 다수개의 강분류기를 캐스캐이드 구조로 구성
- (4) 물체 검출
 - 양(Positive) 영상과 음(Negative) 영상을 분류하는 캐스캐이드 구조에 새로운 영상을 입력하여 음 영상은 버리고 양 영상을 최종적으로 선택함으로써 원하는 물체 검출

1. 서 론

보행자 출입속도에 맞는 실시간 출입통제 시스템을 구현하기 위하여 출입영상에서의 일반적인 물체 검출 방법 중 검출 속도가 빠르고 높은 검출률을 보이는 비올라 존스 알고리즘을 적용한다. 비올라 존스 알고리즘은 기타 다른 물체 검출 알고리즘과 달리 물체가 위치할 범위를 초기화해 주는 작업 없이도 물체 검출의 성능이 높은 장점을 가지며, 학습 시 좋은 특징을 선택하는 데는 시간이 많이 걸리나 얼굴 검출 실행속도가 매우 빨라 실시간 얼굴검출에 적합하며, 검출 배경의 픽셀이 거의 동일한 값일 때에는 매우 높은 검출률을 보이는 장점이 있다. 그러나 다양한 배경과 물체가 복합적으로 이루어져 있는 이미지에서는 물체 검출 시 오인식 할 가능성이 매우 높은 단점이 있어 얼굴인식 출입통제 시스템을 개발함에 있어서는 매우 큰 어려움으로 작용하였다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하기 위해 기존 알고리즘에서 사용하고 있는 하 라이크 피취에 새로운 형태의 특징들을 추가함으로써 얼굴 영역에 대한 검출 성능을 향상시킬 수 있는 방안을 제시한다.

2. 본 론

2.1 비올라 존스 알고리즘 개요

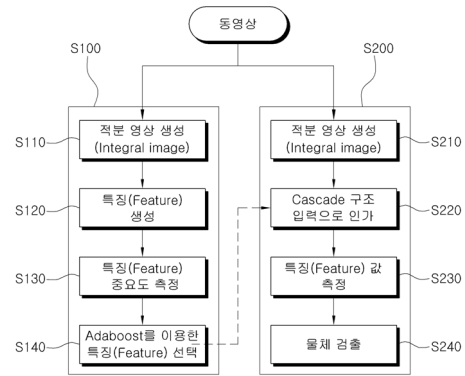
비올라 존스 알고리즘은 아다부스트(AdaBoost) 알고리즘을 통해 물체 검출에 유용하게 이용될 수 있는 하 라이크 피취들을 선택함으로써 물체를 검출하는 데 걸리는 실행 속도가 다른 방법들에 비해 빠르고, 물체의 검출률도 다른 방법에 비해 성능이 우수하기 때문에 실시간으로 물체를 검출하는데 있어서 가장 선호되는 방법 중 하나이다.

2.1.1 물체 검출 수행 방법

본 연구에서 사용한 비올라 존스 물체 검출 방법은 학습 단계와 테스트 단계로 나뉘어 지는데, 학습 단계에서는 다수의 하 라이크 피취를 이용하여 학습 영상으로부터 각각의 특징의 중요도를 측정하고 이 중 최상위 특징들만을 이용하여 아다부스트(AdaBoost) 방법으로 가장 중요한 특징들만을 골라내는 작업을 수행한다. 즉, 비올라 존스 알고리즘에서는 계산량이 적은 수많은 하 라이크 피취를 약분류기로 사용하고 이를 아다부스트 방법으로 조합하여 하나의 강분류기를 만들어서 사용하게 된다.

하 라이크 피취를 이용하여 물체를 검출하기 위해서는 일반적으로 다음과 같은 작업들이 필요하며 도식화 하면 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다.

- (1) 학습 데이터 수집 및 가공
 - 물체의 영상과 그 외의 부분을 일정한 비율로 하여 수집하고 각각의 영상을 일정한 크기(예를 들면, 24x24)로 정규화.
- (2) 하 라이크 피취의 특징값 계산
 - (1)에서 생성된 학습 데이터에 대해서 특정한 하 라이크 피취들의 특징값들 계산
- (3) 물체 검출에 유용한 하 라이크 피취 선택



<그림 1> 물체 검출 과정의 흐름도

이러한 비올라 존스 방법의 학습 단계에서 사용되는 하 라이크 피취는 동일한 크기와 모양을 가진 두 개 또는 그 이상의 사각형의 조합으로 구성되는데, <그림 3>에서 종래의 하 라이크 피취 형태를 확인할 수 있다.

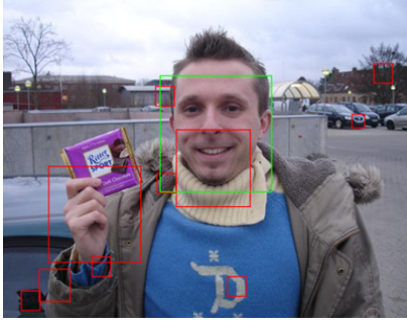
기존 비올라 존스 방법은 하 라이크 피취의 인접한 두 개의 사각형 각각의 픽셀값의 합을 차를 이용하여 특징값을 나타내는 데 적분 영상의 6개의 점을 참조함으로써 <식 1>과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 Haar\ Feat\ Value &= \sum_{(x,y) \in A} i(x,y) - \sum_{(x,y) \in B} i(x,y) \\
 &= (ii(p_6) + ii(p_3) - ii(p_4) - ii(p_5)) - (ii(p_4) + i(p_1) - ii(p_2) - ii(p_3)) \\
 &= ii(p_6) + 2ii(p_3) - ii(p_5) - 2ii(p_4) - ii(p_1) + ii(p_2)
 \end{aligned}$$

<식 1> 하 라이크 특징값을 구하기 위한 식

2.1.2 기존 알고리즘의 문제점

기존의 비올라 존스 방법에서는 배경의 픽셀이 거의 동일한 값일 때에는 매우 높은 검출률을 보이는 장점이 있다. 하지만, 실생활에서 주로 사용되는 이미지는 다양한 배경과 물체가 복합적으로 이루어져 있는데, 이러한 종래의 비올라 존스 방법에서는 얼굴 검출 시 오인식할 가능성이 매우 높다. 이는 종래의 하 라이크 피취가 단순히 두 사각 영역의 화소 값들의 차를 구하기 때문에, 계산은 용이하나 인접한 사각 영역으로 한정함으로써 고품질의 특징을 얻기 어렵기 때문이다. <그림 2>는 이와 같은 문제점을 잘 보여주는 예로, 오인식 비율이 매우 높게 나타남을 알 수 있다.



<그림 2> 비올라 존스 방법의 오류 검출 사례

즉, 기존 하 라이크 피취를 이용할 경우 검출하고자 하는 물체의 영상에서 양의 영역과 음의 영역의 차가 큰 부분에 놓여 있는 하 라이크 피취가 물체 검출에 좋은 특징으로 선택되지만 이러한 부분은 일반적으로 영상에서 변이가 큰 경계선 영역 근처에만 위치하게 된다.

2.2 기존 알고리즘의 문제점 개선 방안

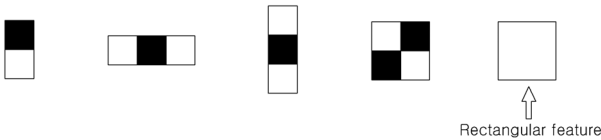
일반적인 물체 검출에서 영상의 변이가 큰 경계선 영역뿐만 아니라 영상의 변이가 크지 않은 평평한 부분도 물체를 인식하는 데 중요하게 작용할 수 있다. 본 연구의 목적이 되는 얼굴 영역 검출에 있어서도 불과 같은 평평한 부분은 사람의 얼굴을 검출하는데 있어 중요한 특징으로 생각되며 이러한 특징을 이용할 경우 얼굴 검출이 좀 더 용이해 질 수 있다.

2.2.1 사각특징 및 분산특징 알고리즘 추가

기존 알고리즘의 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 '사각특징' 및 '분산특징'을 추가하는 방법을 제안하였다.

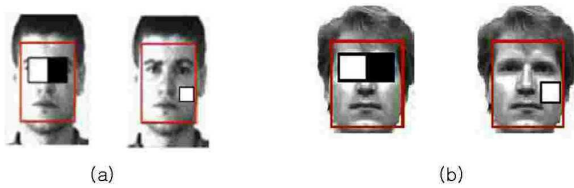
(1) 사각특징

본 발명에서 새롭게 추가된 형태인 사각 특징은 종래의 하 라이크 피취와는 달리 하나의 사각 영역으로 구성되어 이 영역 내의 픽셀 값들의 합을 특징값으로 이용한다. <그림 3>은 기존의 하 라이크 피취와 사각 특징의 형태를 비교하여 나타낸 것이다.



<그림 3> 기존 하 라이크 피취 및 사각특징 형태

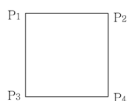
<그림 4>는 기존의 하 라이크 피취와 본 연구에 따른 사각 특징이 적용된 얼굴 검출 예를 나타낸 것이다.



<그림 4> 사각 특징이 적용된 얼굴 검출의 예

(2) 분산특징

본 연구에서 추가된 또 다른 특징이 분산 특징은 입력 영상을 입력 영상의 제곱 영상에 대한 적분 영상으로 변환한 뒤 그 영역 내의 분산을 계산함으로써 구해진다. <그림 5>는 본 연구에서 추가된 사각 특징의 네 점을 표시한 것으로, 본 발명에서 추가한 사각 특징의 네 점이 <그림 5>와 같을 때, 이 사각 영역 내의 분산 특징값은 다음의 <식 2>을 통하여 계산된다.



<그림 5> 사각 특징

분산특징(사각특징에 적용)

$$= \frac{1}{n} \sum s_i(x, y) - \frac{1}{n} \sum i^2(x, y)$$

$$= \frac{1}{n} (s_{ii}(p_4) + s_{ii}(p_1) - s_{ii}(p_2) - s_{ii}(p_3)) - \left(\frac{1}{n} (ii(p_4) + i(p_1) - ii(p_2) - ii(p_3)) \right)^2$$

<식 2> 사각특징에 적용할 수 있는 분산특징의 수학적

2.2.2 제안된 알고리즘의 장점

(1) 사각특징이 가지는 장점

본 연구에서 새롭게 추가된 특징 형태인 사각 특징은 종래 하 라이크 피취와는 달리 하나의 사각 영역으로 구성되어 이 영역 내의 픽셀 값들의 합을 특징값으로 이용한다. 이러한 사각특징을 이용할 경우 종래 하 라이크 피취에서는 이용하지 않는 물체의 색조 정보를 물체 검출에 이용이 가능하다.

예를 들어, 황인종의 얼굴을 검출하려고 할 때 볼 부분에 사각 특징이 놓여 있다고 하면 사각 특징의 값이 황인종의 얼굴과 다른 입의 물체 사이와 차이가 있을 것이기 때문에 황인종의 얼굴 검출 시 볼 위에 놓여 있는 사각 특징이 매우 유용하게 사용될 수 있다.

(2) 분산특징이 가지는 장점

또한, 본 발명에서 새롭게 추가된 다른 하나의 특징 형태인 분산 특징은 종래 하 라이크 피취나 사각 특징과는 달리 일정 영역의 분산 정보를 이용한다. 이러한 분산 특징은 다음과 같은 특징을 가진다.

- 하 라이크 피취와 같이 양(Positive)의 영역 및 음(negative)의 영역을 정해 놓고 두 영역의 픽셀 값들의 분산의 차를 특징값으로 이용
- 사각 특징처럼 하나의 영역만 정해 놓고 이 영역의 분산 값을 그대로 특징값으로 이용

이러한 분산 특징을 이용할 경우 일정 영역의 합만을 이용할 때보다 좀 더 다양한 표현이 가능하므로 종래의 방법들보다 오인식에 강한한 뛰어난 성능으로 이미지를 검출할 수 있게 된다.

위와 같이 종래의 하 라이크 피취와 본 연구에서 새롭게 추가된 사각 특징 및 분산 특징을 사용하면 종래 하 라이크 피취만을 약분류기로 사용하였을 때보다 약분류기의 숫자가 늘어나며, 이 결과 물체 검출에 유용하게 사용할 수 있는 좋은 특징들의 수가 크게 늘어나게 된다.

3. 결 론

본 연구에 따른 비올라 존스 물체 검출 방법은 비올라 존스 알고리즘에 사용되는 기존 하 라이크 피취와 더불어 새로운 형태의 사각 특징과 분산 특징을 추가하여 물체 검출에 이용되도록 함으로써, 물체 검출 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 특히, 물체를 검출함에 있어 얼굴 영역에 대한 검출 속도 및 인식률이 중요시 되는 출입통제시스템의 경우, 본 연구에서 제시한 사각특징 및 분산특징을 통해 보다 빠른 연산 속도로 얼굴 영역을 검출할 수 있다.

얼굴 검출 이후 수행되는 얼굴 인식 알고리즘에 대한 성능을 개선하여 검출 속도 및 인식 속도를 동시에 향상시킬 수 있다면 기존 출입통제시스템과 비교하여 월등한 성능을 가진 실시간 화상인식 출입통제시스템 구현이 가능할 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Martinez and A. Kak, "PCA versus LDA," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, no. 2, pp. 228-233, 2001.
- [2] 오재현, 광노준, "극좌표계 변환에 기반한 얼굴 인식 방법," 전자공학회논문지, 제 47권, 제 1호, pp. 44-52, 2010.
- [3] 박승환, 광노준, "SVM과 PCA를 이용한 국부 외형 기반 얼굴 인식 방법," 전자공학회논문지, 제 47권, 제 3호, pp. 54-60, 2010.